

東六甲の輝水鉛鋳

舟木冨子 (地域研究員・大阪シニア自然大学OB会 鋳物クラブ)

1. はじめに

六甲山地は、兵庫県南東部の神戸市須磨区から宝塚市の武庫川右岸まで、直線距離にして東西約 30 km・南北約 8 kmの、第四紀更新世の地殻変動で隆起した最高峰 931.3m の傾動地塊である。

ここでいう「東六甲」とは、「石宝殿」から宝塚市の「塩尾寺」に至る山塊の通称であり、「石宝殿」は船坂川・仁川・芦屋川・住吉川などの河川分水嶺に位置する。因みに、芦屋川・住吉川は瀬戸内海に河口を持ち、船坂川は北へ、仁川は東に流れて共に武庫川に合流する。

2020年1月13日、34° 47' 43" N・135° 16' 33" E地点の船坂川河川敷で、輝水鉛鋳の細脈(写真②③)を見つけた。付近の地質は黒雲母花崗岩よりなり、露頭は脈幅 30~40 cm. 走行 N40° E, 傾斜 20° NW, 確認できた鋳脈の長さは約 110 cm, 先端は鋼製スリット型堰堤の溪間工事の岩屑やコンクリート片等に没し計測不能だったが、水際で試料(写真①)を採集する。

鋳脈の概要は、六甲花崗岩の輝水鉛鋳-石英脈で石英・モリブデンともに粗粒。鋳石鋳物は輝水鉛鋳、脈石鋳物として石英・カリ長石・斜長石・黒雲母を認めた。生成年代は、六甲花崗岩の絶対年代値が白亜紀後期であるところから、同じ頃と推察したが、正確を期し、「蒜山地質年代研究所」(岡山市)に K-Ar 法の年代測定を依頼した。しかし、判定まで長時間を要するとのことで、発表に間に合わないため、推定の範囲で、「兵庫県下の鋳物資源」(中村 威・先山 徹)の宍粟水鉛鋳山(K-Ar 法年代測定値 66.4±3.3Ma)と同様とした。但し、この鋳脈鋳床は、花崗閃緑岩中の輝水鉛鋳-石英脈である。因みに、花崗閃緑岩は花崗岩よりカリ長石が少なく斜長石が多いものをいい、六甲山地では JR「新神戸駅」の北部の布引谷周辺に分布する。



① 試料 (1辺約10 cm)



写真②



写真③

2. 六甲山地の鋳床について.

昭和 49 年発行の有馬郡誌(下巻)に「かな山差留訴訟(有馬温泉湯元より 5~6 里以内でかな山をなすのは湯筋を害し年貢の上納なり難し)」の記録があり、唐櫃かな山(現 神戸市)・武庫郡小林村かな山(現 宝塚市)・名鹽柿ノ木場かな山(現 西宮市)・兎原郡石屋町かな山(現 神戸市)・矢部郡再山かな山(現 神戸市)・西ノ宮領内鷲林寺かな山(現 西宮市)の地名が見られ、古くからの六甲山地での探鋳がうかがわれる。近年では神戸大学経済経営研究所の資料に 1933 年 2 月 11 日の大阪毎日新聞の「奥六甲から出るトン 1 万円(1930 年当時、米 1 升=18 銭)の稀鋳・水鉛の試掘願」の記載が見られ、山口村誌には明治 26 年の船坂字下ヶ平柏木谷の銀・鉛鋳山の試掘願書の記録もあり、国立国会図書館デジタルコレクションでは「日本地方鋳床誌・近畿地方」で、花崗岩中に胚胎するモリブデン鋳床として神戸市兵庫区有馬町(現 北区)の有馬鋳山ならびに西宮市生瀬の宝塚鋳山を挙げる。また、宝塚市史に「船坂峠付近のタングステン鋳山の稼業」の記載があり、国立国会図書館資料に「六甲船坂鋳山産鋳物の結晶形態」(1994 年 9 月, 地学研究第 43 巻第 3 号, 高岡公昭・白神正夫)の報文がある。この報告では生成をペグマタイト性石英脈とし、産出鋳物に鉄マンガン重石・螢石・藍銅鋳・青鉛鋳・トパーズ・閃亜鉛鋳・斑銅鋳・孔雀石を挙げるが輝水鉛鋳の記載は無い。しかし筆者は 2000 年に、鋳山跡周辺で輝水鉛鋳の産状を確認しているが、この鋳床は皆の知るところであり感激は薄かった。それに比べて今回は、地表地質の踏査をしていた道中でもなく、全く偶発的な鋳脈露頭の発見であり、その幸

運を祝って発表をさせて頂くことにした。

3. 輝水鉛鉬について

硫化鉬物に分類され英名はMolybdenite. 六方晶系で劈開は一方向に完全. 葉片状, 鱗片状. 硬度1~1.5, 比重4.7, 化学組成 MoS_2 , モリブデン (原子記号 42. 電子配置 $[\text{Kr}] 4d^5 5s^1$) 唯一の鉬石鉬物. モリブデンは, 特殊鋼として自動車, 航空機, ロケットのエンジンなどに使用され, 金属 (線, 板棒, 箔など) としては高温電気炉や原子炉関係の発熱体, 自動車のハロゲンランプ等の照明用品, 電子管など電子機器の部品, 石油精製の触媒にも利用される. このように, 用途の約 85%が鉄鋼分野を占める重要な金属であるため, 政府は国内需要の最低 60 日分を国家備蓄するように決めている. かつて, 我が国にも図3「国内鉬床分布図」のような石英脈に伴う鉬山があったが, 1970 年代には全て閉山し, 現在は南北アメリカ大陸のコルディレラ山系中の, チリ, アメリカ, メキシコ, カナダの斑岩銅鉬床の生産 (図1) に依存する. といっても鉬石の品位は低く, モリブデンを主体に採掘する鉬山では $0.2\sim 0.5\%\text{MoS}_2$, 銅鉬の副産物として回収する場合は $0.02\sim 0.08\%\text{MoS}_2$ 程度に過ぎないが, 多くは露天掘りであり, 鉬片の劈開が一方向に完全という特性を活かした浮遊選鉬法と呼ばれる濃集工法を用いて商業的に成功している.

図1 モリブデン鉬生産量

図2 モリブデン鉬埋蔵量

図3 国内鉬床分布図



4. 鉬床について

鉬物はマグマの活動に関連した火成作用や熱水作用によって誕生し, 風化作用や変成作用などで他の鉬物へと姿を変える. その鉬物の集まりが人間にとって有用な場合を「鉬床」と呼び, 地球科学の分野では鉬床のでき方で区分する. 例えば, 火成活動による鉬床を火成鉬床といい, マグマ鉬床・ペグマタイト鉬床・熱水性鉬床に大別し, 風化・堆積による鉬床は堆積鉬床と呼び, 風化残留鉬床・砂鉬床・沈殿鉬床・有機堆積鉬床などに分類する.

今回の発見地から 1.2 km 範囲内の六甲船坂鉬山の鉬産物は, 前項「2. 六甲山地の鉬床」で紹介したように, 生成はペグマタイト性石英脈によるとしており, この度の鉬脈も花崗岩体周辺の高熱熱水性鉬床由来と仮定した. なお, 高温熱水性鉬床による輝水鉛鉬の産地としては, 平瀬鉬山 (岐阜県)・仏性寺鉬山 (京都府)・小馬木鉬山 (島根県) がある.

ここでいう熱水 ($200\sim 400^\circ\text{C}$) は, マグマ活動で生じた高温の水を主体にした流体を指し, 最近では, 大西洋中央海嶺の南緯 5 度地点 (水深 3, 000m) の噴出孔で, 464°C という超臨界温度を示す気相に富む熱流体が観測されている. なお, 熱水の有用元素が濃集する溶液を「鉬化熱水溶液 (鉬化流体)」といい, この溶液が温度や圧力, pH, 化学組成などの物理的・化学的変化で各種の鉬脈鉬床を形成する. 更に述べれば, 鉬化流体が蒸気圧で断層や張力裂罅などの割れ目を通り上昇し, その過程で岩石と反応して, 温度・圧力・酸素・硫黄・炭酸ガス等の分圧や水素イオン活動度などが変化する. この混成作用中, 鉬物の溶解度が小さくなれば, その条件に合った鉬物 (金・銀・銅・鉛・亜鉛・錫・タングステン・モリブデン・鉄・ニッケル・コバルト・ビスマス・アンチモン・水銀など) が晶出する. このタイプの鉬床を裂罅充填鉬床あるいは鉬脈鉬床といい, 裂罅が地表に達していた場合は温泉となる. 因みに北麓には尼崎信用金庫の保養所, 南麓に「六甲保養荘」の泉源が存在する.

次に, 輝水鉛鉬の生成に係る岩石が花崗岩類なので, 大まかにではあるがマグマの結晶分化作用を述べたい. 先ず, マントル上部の橄欖石が部分融解すると玄武岩質マグマができて, それが地表に出れば玄武岩であり, その深成岩が斑糲岩. 更にマグマが冷えていくと融点の高い鉬物から晶出が起り, 残ったマグマの成分が変化し安山岩質マグマへ. この噴出岩が安山岩, そして深成岩が閃緑岩. やがて作

用の終焉で、黒雲母やカリ長石、石英の成分を多く含む流紋岩質マグマに進化する。この噴出岩が流紋岩、深成岩が花崗岩類ということになる。

5. おわりに

石ころは鉱物の塊であり、地球の語り部でもある。旅の記念に拾った石は、ゴビ灘の碧玉、タクラマカン砂漠の石灰岩、ロシアの眼球片麻岩、チベットでは花崗片麻岩、ボリビアの隕石 etc. また、環太平洋花崗岩ベルトでは、北米のシェラネバタ - バソリス・南米のアコンカグア・インカ帝国のマチュピチュを訪ね、南極半島ではチリ基地近くのアデリーペンギンの営巣地に花崗岩を見たが、その頃はエベレストなど世界の最高峰を目指すピークハンターであり、地学の「地」の字も興味がなかった。今となっては慙愧に堪えないが、巻き戻しの効かない人生の老境で縁を得た「鉱物クラブ」で、地質図を読み解く楽しさに嵌まり、本能の赴くまま鉱物採集……その間、輝水鉛鉱を見たのは加茂鉱山（岡山県）と伊茂岡鉱山（岡山県）と仏性寺鉱山のズリ跡のみ。その鉱物を自宅（西宮市在住）近くの河川敷で見つけた喜び!!!

たった一条の細脈であるが、中生代の火成活動の形見は地球史を饒舌に語りかけてくれる。

今後の課題としては、別名“鉱山シダ”といわれるヘビノネゴザを譬えに、「植物地下探査」（1987年、金属鉱業事業団）の知見を基にして、植物の解析による地下環境の究明を目指し、熱水性鉱脈の指標植物を捜羅したい。

参考文献：「火山大国日本この国は生き残れるか」 巽 好幸著（さくら舎）・「マグマの地球科学」 鎌田浩毅著（中公新書）・国立国会図書館資料-地学研究第43巻4号, 1994. 「六甲船坂鉱山産鉱物の結晶形態」 高岡公昭, 白神正夫・山口村誌・宝塚市史第2巻 第4巻・宝塚市大事典・「花崗岩のなかま」（人と自然の博物館 先山 徹）・「日本地方鉱床誌 近畿地方」（朝倉書店）・山口大学工学部学術資料展示館・神戸大学経済経営研究所 新聞記事文庫鉱産物（02-114）・「地球学入門」 東海大学出版会・「鉱物肉眼鑑定事典」 松原聡著（秀和システム）・「鉱物・宝石のすべてがわかる本」 下村典正, 石橋 隆著（ナツメ社）・IPジオ学習 島根半島 宍道湖中海ジオパーク「マグマの結晶分化作用」